

原 著

## 医療におけるサイボーグ化の諸問題

(その1) サイボーグの定義をめぐって

An anatomy of healthcare and 'cyborgization'

Part I: How can we define a cyborg?

村岡 潔

Kiyoshi MURAOKA

### 抄 録

In this paper, I will anatomize some relationships between artificial organs and 'cyborgization' in healthcare. Nowadays, many kinds of artificial organs are practically used to help not a few patients. Can we call any person who lives with some artificial organs a cyborg? Or could we call him/her a robot? At present, we might call him/her a cyborg. But, we could not call them a robot, because a cyborg is a symbiotic creature that is part human, part machine; a robot, on the other hand, is nothing but a machine.

Firstly, I will try to arrange a compact concept of 'cyborg' referring mainly to Heilinger & Mueller's requirements for being a cyborg. In order to be called a cyborg, what kind of machine (or equipment) must a host human have? Here, I call it a 'machine-for-cyborg.' Then I propose the three necessary conditions, as follows:

- 1) the 'machine-for-cyborg' must be embedded totally or partially in the host human body;
- 2) it should not consist of cells of living things (humans, animals or plants) ; and,
- 3) it can function actively (not passively) and collaboratively with its host.

Secondly, I will try to sort main artificial organs into some 'machine-for-cyborgs' and the others.

Finally, I will briefly illustrate some correlation and difference between a cyborg and a robot. For instance, we can imagine that the ultimate cyborg that

would be cyborgized unlimitedly could be replaced entirely with such 'machines' or artificial organs: we could call this ultimate cyborg a type of robot (I named the process 'robotization' of a cyborg.) This change will show another matter of the cyborgization which concerns the quality of life (of cyborg) that represents 'human rights' and questions how far we can or should ethically 'cyborgize' patients or treat them by using artificial organs.

キーワード ■ サイボーグの定義, 医療, サイボーグ化, 人工臓器, ロボット化

近年, コンピューター技術やニューロサイエンスの進展に伴い, 従来の医療電子機器の枠組みを超えるような規模でコンピューター制御された機器の患者等の身体内への導入が進行しつつある. ここでいう「医療のサイボーグ化」とは, こうした現象・事態を指すものである.

本稿では, こうした医療のトレンドの中でやや曖昧に使用されているサイボーグの定義について, A) サイボーグの従来の定義と特徴に関する検討, B) 筆者によるサイボーグの定義についての主要なポイントとサイボーグの3つの要件の提唱, C) サイボーグとロボットの異同と相関についての指摘の考察を通じて医療におけるサイボーグ化の問題について論ずるものである.

また, サイボーグ化の問題は, 生命倫理の領域, とくにここ数年来脳神経倫理 neuroethics の領域を中心に展開されている「エンハンスメント論争」を通じて注目されてきている. 「エンハンスメント論争」の内容は多岐にわたるが, バイオテクノロジーなどを利用して人間の身体能力や知能を高めていく「人間改造」の問題と深く関わっている. 現代医学が人間工学の側面を含んでいる以上, 医療におけるサイボーグ化には, それが医学的にどこまで許されるのか (障害者のサイボーグ化による改良が従来の人間の平均的能力を超えるような場合, 等々) という回避できない根元的問題が背景にある. 本稿は, その追究の出発点でもある<sup>1)</sup>.

## 1. サイボーグの従来の定義と脱境界性

美馬達哉によれば, サイボーグ 'Cyborg' という言葉は, M.E. Clynes & N.S. Kline の著書 "Cyborg and Space" (1960) の中で, 「自動制御機器 (cybernetics)」と「生命体 (organism)」を組み合わせた一つのシステムを意味する新語として生み出された. それは, 具体的には宇宙空間という過酷な環境に人間がどのようにして適応できるかという当初の問題意識と密接に関わっていた. つまりサイボーグは, 元来, 人間身体に備わった「生理的バランスの恒常性の維持 (ホメオスタシス)」を適切に自動制御することを目的とした機器を身体に埋め込むことで

あった。それは不整脈に対応する人工ペースメーカーなどの人工臓器と類似するものであるが、人間の意志や判断とは独立するものであったという<sup>2)</sup>。

またダナ・ハラウェイ Donna Haraway は、その「サイボーグ宣言」(1985)の中でサイボーグという言葉の特性は、i) 人間／動物、ii) 有機体(動物・人間)／機械、iii) 非物理的なもの／物理的なものの3つの境界を脱構築するものだという<sup>3)</sup>。

すなわちサイボーグは、まず、米国の科学文化の一見解である生物学的決定論は人間の動物性の意味を探るために設定されたものであり、人間と他の動物の間の融合を象徴するものだ。次の動物や人間という有機体と機械の間についても、20世紀の後半以降、機械が受動的だったものからテキスト[プログラム; 筆者註、以下[]内は同様]によって自動性[自己制御性]を獲得しはじめ、自然と人工といった機械と生物の間に適応されてきた差異を曖昧化してしまったことをいう。3番目の物理的と物理的なもの境界も同様である。たとえば、現代の機械がマイクロエレクトロニクスの作り出す[マイクロマシンのような]ミクロの存在であり、それが「物理的なもの」(生物体)の内部に共存するような場合を考えると、それはすでにサイボーグなのだから。かくして、彼女は、「サイボーグ世界が物語るのはリアルな社会であり身体であり、そこでの人々[サイボーグである人々]は、動物や機械と親族関係を結ぶことも厭わず、人間存在の断片化や立脚点との矛盾さえ恐れない」と結んでいる。

なお原克は人間と機械が単に共存するだけでは狭義のサイボーグ表象は発生しないと指摘しており<sup>4)</sup>、当初の人間の意志とは独立した働きをなす自律神経的サイボーグだけでなく、現代では、意思や判断とも深く関わる大脳レベルとも連動したBMI/BCI (Brain-Machine Interface/Brain-Computer Interface)などのモデルもサイボーグのカテゴリーに入れるべきであろう。

さて、近年、臨牀医学の現場では、人工ペースメーカーや人工内耳あるいはDBS(脳深部刺激療法)の電極等の医療電子機器を患者の体内に埋め込む治療法が増えてきている。こうしたことは、文化社会的に見ればとりもなおさず患者が「サイボーグの状態」に転化していることを意味する。本稿では、ハラウェイのいう「サイボーグの脱境界性」の観点を視野に入れつつ、この新たな事態を(患者あるいは人間の)「サイボーグ化」と呼ぶことにしよう。まだ患者をサイボーグと呼ぶことに躊躇する向きもあるだろうが、健常者との違いはもっぱら機械の補助あるいは機械との共生によって生存を続けている点で、サイボーグは決してロボットやモンスターなどではなく、依然、人間であることは否定できない<sup>5)</sup>。

## 2. サイボーグの定義と基準特性のグレーゾーン

生命倫理学者の松田純は、サイボーグの定義の明確化を以下のように試みながら、それをサイボーグ化の議論の出発点としている<sup>6)</sup>。次項で筆者のサイボーグ要件を述べる前に、この項

では松田の議論を検討しておきたい。

まず「サイボーグの定義」については、先述のように、‘cybernetic organism’からの造語であり、さしあたって「人間と機械との混成物」（Mensch-Machine Hybrid）であり「有機的身体と人工的な機器との融合体と定義できるとしている。この大前提は、先述した定義と共通しており妥当性がある。しかし、現実には存在しているか、近未来に存在する可能性がある「機械」や「機器」がどんなもので、またそれを受け入れる宿主側としての人間ないし患者（以下、‘human host’と呼ぶ）との混成・融合の状態がどの程度のものかが、サイボーグか否かのメルクマール（指標）となる。以下に見るように、サイボーグ化においてはこのメルクマールの問題がその定義を複雑で微妙なものにしているのが現実である。

松田によれば、「メガネをかけているだけでは、ふつうサイボーグとは言わない。メガネは簡単に取り外しが可能であり、視力を高めるための外的な道具にすぎず、生体と融合しているわけではない」からだ。またコンタクトレンズは「角膜の上に載せ、メガネよりは密着度が強まるが、いつでも簡単に取り外し可能」からメガネに近い。一方、「白内障の手術によって眼に挿入する眼内レンズ（人工の水晶体）はもはや再び手術をしなければ取り外せない。生体と不可分になっているという点で融合度は高い」。しかし松田は「白内障の手術をしたお年寄りを「サイボーグと呼ぶ人はまずいない」とし「人工の水晶体ではなく、人工の網膜を挿入し、光の刺激を小型コンピューターによって電気信号に転換して脳に送る技術[目下開発中]はサイボーグ技術と呼ぶことができる」としている。

このようにサイボーグの定義が「人間と機械との混成」と言っても、その種類と段階はさまざまだからとして、松田は Heilinger & Müller の挙げたサイボーグの論考<sup>7)</sup>を元にサイボーグの基準特性として基準レベルを以下のように a~f まで列挙している<sup>8)</sup>。なお下線太字部分は、筆者も基準として同意し次節で採用する基準につながる箇所である。

a) 機械（非生物的なもの）との親密性（Intimität）／侵襲性（Invasivität）：

- ・ 基準特性としてはより生体 [host body] に密着しており、それはより侵襲的 (invasiver) であるということ。 この特性からは、例えば補聴器よりは人工内耳をつけた Host の方がサイボーグ的と言える。

b) 生存に不可欠であること（Notwendigkeit/Existentialität）：

- ・ この基準では人工内耳よりは[人工]ペースメーカーの方がサイボーグ的となる。人工内耳はなくても生命を維持できるがペースメーカーはそうはいかないからだ。

c) 生物学的（有機的）要素（Biofaktizität）：

- ・ 有機体の諸部分や諸機能を技術で代用するだけではなく、有機体との関わりが必要。 この基準では臓器移植を受けた人もサイボーグということになる。

d) エレクトロニクスと神経組織との統合（Neurobiologische Integration）：

- ・ 有機体と技術とを神経生物[生理? ]学的に接続しこの接続をスイッチで ON / OFF

できる。この基準からは、メガネや単純な義足ははずれる。薬によるニューロエンハンスメントや、消化器の技術的代用もはずれる。典型的には人工内耳やBMIなどが該当する。しかしサイボーグの基準としてはやや狭すぎはしないか。

e) 自律的な制御可能性 (Steuerungsfunktion/Autonomie) :

- ・ 人体[機能]を技術的に拡張してもそれを主体が制御できること。有機体の自律と自己決定による責任ある行為が行われる可能性があること。この基準では、他者に操られる「サイボーグ兵士」などは、自律性を喪失しているため、該当しなくなる。

f) エンハンスメント (Enhancement) :

- ・ サイボーグは、「エンハンスメントされた(人間学的基準に比べて際立って改良された[能力が増強された])人間」と機械との混成物というイメージだが、エンハンスメントの程度によって、「人間的な人間改造技術(治療を超えるけれども、サイボーグにはまだ至らない)」と「トランスヒューマンを目指すサイボーグ技術」との区別をつけるのは難しい。

以上のさまざまな基準からは、ハイリンガーらも松田も結論としてサイボーグについての説得力ある定義は、先の大前提以外はまだ困難だと考えているようだ。

しかし、筆者には、こうした特性基準からそれらの最大公約数を見出すことは可能と思われるし、また、サイボーグ技術が近未来医療での治療やリハビリテーションの一手段となりつつある以上、さしあたって一定の厳密な定義を準備する必要があるように思われる。そこで、次節では、筆者の観点からみたサイボーグの再定義を試みたい。

### 3. サイボーグの再定義

前節までの議論をふまえると、筆者のサイボーグの再定義の大前提でも、「サイボーグとは生物と機械の共生体」(生命体 organ と自動制御系の技術 cybernetics とを融合させたもの)という点では大差ない。これは、一見、「自然」と「人工」の融合と言えなくもないが、そう単純化されたクリアカットなものではない。サイボーグであるためには、前節で議論したように human host が持つべき機械の基準特性が依然明確にされていないからである。ただし、本稿では、その基準特性を満たす「機械」を、便宜上「サイボーグ機械 machine (s) -for-cyborg」と呼ぶことにする。すなわち、サイボーグの大前提は、

「サイボーグ」= 'human host' + 「サイボーグ機械」

である。

そこで本稿では「サイボーグ機械」(物体)の特性としての必須条件として次の3条件を提唱して論を進めたい。すなわち、サイボーグ機械の特性基準の3条件は；



第1条件：その機械は、human host の身体内に完全に、または部分的に埋没していなければならない。〔埋没条件〕

第2条件：その機械は、生物（人間、動物、植物、微生物）由来の生きている「細胞」を含んでいてはならない。〔無生物条件〕

第3条件：その機械は、human host が「望む」動作・作業・作用を協働的に（human host と相互作用・相互行為的に）行なう機能・メカニズムを有する装置でなければならない。〔協働機能条件〕

である。以下は、各条件の適用の際の補足説明である。

第1の埋没条件に従えば、眼鏡、車椅子、パワースーツ（身体に装着して米俵を軽々と持ち上げるなどの力仕事を補助するもので、将来、介護などでも活用が期待されているもの）あるいは‘wearable computer’（服のように身に着けることで従来と同様のコンピューター処理が可能になるが、両手指を使わないで済むので仕事でも両手が使えるなどの利便性がある）などは、随時着脱が可能なので「サイボーグ機械」から除外される。したがって、これらの器具を使用する人はサイボーグではないとなる<sup>9)</sup>。

また、完全埋め込み型の人工心臓や、主要な部位が部分的に human host の体内に埋め込まれている補助人工心臓の場合も、サイボーグ機械としての第1条件は満たしていることになる。

さらに、筆者が想定するSF的な「人工皮膚肺」（これは一部の皮膚呼吸する他の生物の組織に類似した人工組織を皮内に一部埋没させて陸上でも水中でも体表でガス交換できるようにするもの）も第1条件を満たすことになる。

なお、第1条件（埋没条件）の前提条件としては、human host 元来の形態を大幅に逸脱しない（人間の形からはずれない）ことがある。一般に義肢は着脱可能であるため、この条件は満たさないことになる。ただし、近年臨床応用が始まっている電動義手は第3条件（協働機能条件）を満たしている（無論第2条件も）。そこで、本稿では、義肢を「健常時」の上下肢の human host の輪郭線内に埋没しているもの（義肢をつけた姿は人間本来の姿を超えていないので）と想定し、特例として第1条件も満たすものとする。

さらに、第1条件の附帯条件としては時間条件を追加する必要がある。すなわち、埋没とは決して一時的なものではなく、長期ないしは半生以上ないしは半永久的な共存であることを前提とすることである。たとえば補助人工心臓も短期間か長期にわたるかでサイボーグ臓器かどうか判断すべきであろう。

次に第2条件（無細胞条件）は、（第3の条件を満たさない）何らかの人工物を体内にもつ人間なら何でもロボット（本稿では生きた細胞を全く持たない存在）と呼ぶようなミスリーディングな観念を除外するのに有用な条件である。また、この条件は、臓器移植治療のレシピエントや、再生医学的に培養された細胞シートで処置された人（たとえば心筋シートで心筋梗

塞の障害部位をカバーした患者)をサイボーグとみなす見方も排除することになる。生体細胞工学(再生医学)による細胞シート(組織相当)は「生きた細胞群」だからである。

また、生命工学技術 *biotechnology* に基づく「人工細胞」(たとえば、開発中の人工赤血球[人工酸素運搬体]や、遺伝子を人工的に組み合わせて作成した細胞や筆者がSF的に出現を予期する人工白血球等々)も、この条件に合うと考える。

最後の第3条件(協働機能条件)は、サイボーグは生きている細胞(組織、臓器)と無生物(物質)とが相互作用をおこなう協働的共生的存在であることを要請する。したがって、*human host* の動きによって受動的に動くことになる入れ歯(義歯)、人工骨(人工関節)、人工血管等々は、サイボーグ機械から除外される。

近未来的に体内で活躍すると考えられるマイクロマシンやナノ・マシンは、*human host* 内に個別に存在するだけでは、*human host* との協働性はほとんど考えられないので、それらは単独ではサイボーグ機械とはみなしがたい[ただし、将来、それらが組織(≡同一種類・機能の細胞からなる)や臓器／器官(≡異なる種類の組織から構成)を構成し、協働的になった場合には別である]。現段階では、こうしたミクロの存在は、むしろDDS(薬物輸送システム)でいう'Drug'に相当するものとみなせよう。また、サイボーグ機械の動力源や指令システムは必ずしも電子工学的なものでなくともよいといえよう。

以上のことから、人工臓器とサイボーグ機械の関係については、{人工臓器} = {サイボーグ機械} + {サイボーグ機械とは言えないもの} に大別されることがわかる。この場合、サイボーグ機械またはそれに順ずるものには、人工心臓ペースメーカー、埋め込み型補助人工心臓、DBS(脳深部刺激;いわゆる「脳のペースメーカー」)の装置、人工内耳、人工網膜(開発中)、人工神経等々がある。

一方、「サイボーグ機械とは言えないもの」には、義肢(電脳義肢でないもの)、義歯、人工食道、人工心肺(手術中一時的に使用)、人工心臓弁、人工硬膜、歯科のインプラント、人工透析、人工血管、眼内レンズ等々が相当する。

#### 4. *human host*, サイボーグおよびロボットの関連性

さて、サイボーグ機械の基準となる3条件、特に第2条件の「無細胞条件」を検討することは次の点で重要である。そこには、人間とサイボーグ、さらにはロボットの三者の違いと関連性について示唆する新たな観点が含まれているからである。

私たちの人体はおおよそ60兆個(75兆個ともいうが)の生きた細胞から成り立っているので、一般には人体=生きた細胞群=生命体という連想が起こりやすい。しかしながら、解剖生理学的には、主に「生きた細胞」と「その細胞が生産した物質である基質 *matrix* あるいは細胞間質」(周知のように後者は結合組織における膠原繊維や血漿や無機物などの物質)から成り立っ

ている<sup>10)</sup>。このことは、人間 **human host** が、元来 {生命体（生物的要素）+ 物質（無生物的要素）} で構成されているということを示唆している。

それは、次のような極めて単純化された論理計算からも示されることになる。

$$\begin{aligned}
 \text{「サイボーグ」} &= (\text{human host}) + \text{「サイボーグ機械」} \\
 &= (\text{human host}) + \text{「人工物」} \\
 &= (\text{生きた細胞} + \text{基質}) + \text{「物質」} \\
 &= (\text{生きた細胞} + \text{物質 in}) + \{\text{物質 out}\} \\
 &= (\text{生きた細胞}) + \{\text{物質 in} + \text{物質 out}\} \cdots \cdots (\text{式 1})
 \end{aligned}$$

要するに、唯心論的な解釈と異なり、近代西洋医学がとってきた唯物論の立場では、演算の結果（式 1）は人体内の「物質 in」と人工の「物質 out」とは同質であって量的な差しかないことになる。実際、マクロの世界にいる私たちは、体内環境のミクロの世界で、細胞が生成する物質と人工産物としての物質を（前者は自然的だが後者はそうではない人工的なものとして）物理化学的に識別すること不可能に近い。したがって、

$$\begin{aligned}
 \text{サイボーグ} &= (\text{生きた細胞}) + \{\text{物質 in} + \text{物質 out}\} \cdots \cdots (\text{式 1}) \\
 &\subseteq \{\text{生きた細胞} + \text{物質}\} \\
 &= \{\text{human host}\} \\
 &= \{\text{人間}\} \\
 \therefore \text{「サイボーグ」} &\subseteq \text{「人間」}
 \end{aligned}$$

こうして「サイボーグ」は演算の上からも「人間」のカテゴリーに含まれることになる。言い換えれば、**human host** 自体が一定程度であるが、すでに「自然に」サイボーグ化されていると解釈することも可能なのである。

このように見ると、サイボーグは、決してモンスター（非人間的存在でも、フランケンシュタイン博士が造った怪物でも）ではなく、人間と同質とみなす思考には、一定の根拠があることが示される。つまり、人間に機械を共生させようとするサイボーグ化の問題では、サイボーグ化を短絡的に **human host** の人間性の破壊につながるとして非難する必要はなく、人体の[未知なる部分を含めた]内なる空間への介入として位置づけ、特に医療の現場では、治療効果と副反応の観察・評価を怠ることなく、個々のケースに厳正に対応していくことが要請されるだけとなろう。

最後に、サイボーグとロボットの関連性について見ておこう。通常、前者は「人間に近いもの」（筆者の考察では人間のカテゴリー内だが）、後者はいかに「優秀な電子頭脳を持ったとし



ても」全体が機械でできているモノとみなされよう。しかし見方によっては、サイボーグ、特に医療現場におけるサイボーグ化の場合は、サイボーグ機械を全くもたない人間から対極のロボットに至る移行形態であるとみなすことができる。

なぜなら、サイボーグ機械に相当する人工臓器等の治療により一人の患者のサイボーグ化を無制限に繰り返す行なうとすれば、ついには「生命体の部分」をすべて喪失して生存のための機能はすべて機械に依存するという最終的形態に至ることになる。こうしたサイボーグ化の段階的变化は、人間の権利を表象する（サイボーグ）患者のQOLに深く関わっており、かつ、私たちが、人工臓器を使って患者を治療しサイボーグ化する際にどこまで倫理的に行えるかを問うているのである。

また、この思考実験（シミュレーション）の結果、サイボーグが「ロボット化」という究極の事態の想定に至ったが、無論、この最終段階には、脳の完全置換（物質化）という難しい段階が控えており、近未来的にそれが可能になるとは考えられない。だが、DBSの臨床応用や人工網膜の開発だけでなく、海馬のメモリーをマイクロチップに取り出す試みなどのように、脳の小領域の機能を代替しようとする脳のサイボーグ化はすでに始まっており、全くのSF的夢（あるいは悪夢の）物語ではないのである<sup>11)</sup>。

#### 〔註〕

- 1) 「エンハンスメント論争」については、＜上田昌文・渡辺麻衣子編『エンハンスメント論争 [副題：身体・精神の増強と先端科学技術]』社会評論社、2008年＞や、＜村岡 潔「可能態としてのニューロエシックス」佛教大学・福祉教育開発センター紀要、第5号、2008年、1－10頁＞がある。なお、本稿では省略したが、サイボーグ化の問題に関しては、当然、十分な生命倫理的検討が不可欠であり、それは引き続き稿を改めて行う予定である。
- 2) 美馬達哉「サイボーグ学とブレインマシーンインターフェイス」『脳のエシックス [副題：脳神経倫理学入門]』人文書院、2010年、133－162頁
- 3) D・ハラウェイ「サイボーグ宣言」巽孝之編『サイボーグ・フェミニズム【増補版】』（巽孝之＋小谷真理訳）水声社、2001年、31－46頁
- 4) 原克『身体補完計画 [副題：すべてはサイボーグになる]』青土社、2010年、56-80頁
- 5) ちなみに、一般にアンドロイド（人造人間）は容貌が人間に似ているが、まったくのロボット（機械）でありサイボーグとは言えない。'Oxford Advanced Learner's DICTIONARY'でもAndroidは'a robot that looks like a real person'であり、Robotは'a machine that can do some tasks that a human can do and that works automatically or is controlled by a computer'とされている。仮に将来、たとえば介護ロボットがどれほど人間の姿にそっくりになろうとも、それは定義上サイボーグ（人間）ではない点に留意されたい。
- 6) 松田純『サイボーグ化と人間の尊厳』2008年、10頁、（アクセス日：2011年2月21日）  
<http://www.hss.shizuoka.ac.jp/shakai/ningen/staffs/matsuda/20080723.pdf>
- 7) 以下のドイツ語論文からの翻訳である。Heilinger & Müller 2007: Der Cyborg und die Frage nach dem Menschen. Kritische Überlegungen zum „homo arte emendatus et correctus“ in: *Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik*. Bd.12. 21-44

- 8) 松田純, 前掲6) 論文, 10-11 頁
- 9) サイボーグ [機械] における「埋没条件」や持続性の条件の重要性については, 医事法学・生命倫理学者の粟屋剛 (岡山大学) からの示唆に負うところが多い. [personal communication]
- 10) ちなみに通常, 体内とみなされる消化管内はトポロジカル (位相数学的) には体表 [外部] の延長であり, 体外に通じている外部環境である. したがって 100 兆個あまりの腸内細菌などの微生物は [それゆえに生存可能なのだが] 人体とは別の生きた細胞と言える). 無論, 新陳代謝の過程で「死んだ」細胞や腸内細菌の死骸である大便は物質そのものである. また, それゆえ, カプセル内視鏡は, 腸管内を一時的に通過するだけなのでサイボーグ機械ではない.
- 11) 例えば, 立花隆「最前線報告: サイボーグ技術が人類を変える」(NHK 総合 TV, 2005 年 11 月 5 日放映) 映像化されている (<http://www.nhk.or.jp/special/libraly/05/10011/11105.html>). (アクセス日: 2011 年 8 月 1 日)

### 〔追 記〕

本稿は, 筆者が, フランス国トゥールーズ市トゥールーズ第 1 大学で開かれた第 5 回日仏生命倫理カンファレンス「ロボット学と医学」で口頭発表した paper (2011 年 3 月 25 日) に加筆したものである. また, 2011 年度佛教大学研究助成 (特別研究費) の研究成果の一部である.

(むらおか きよし 社会福祉学科)

2011 年 9 月 30 日受理